Linzer biol. Beitr.	30/1	69-80	31.7.1998

Nachweise mit Bienen und Wespen (Hymenoptera Aculeata) assoziierter Milben (Acari) und Fächerflügler (Strepsiptera)

M. KUHLMANN

Abstract: Observations on 9 species of phoretic mites (Acari) and 3 strepsipterans (Strepsiptera) associated with bees and wasps are presented and comments on their biology are given.

1. Einleitung

Wildbienen und Wespen sowie besonders die von ihnen zur Versorgung ihrer Nachkommenschaft angelegten Nahrungsvorräte sind Zielscheibe für ein breites Spektrum natürlicher Feinde (WCISLO & CANE 1996). Unter den Wirbellosen reicht es von teilweise pathogenen Mikroorganismen über Nematoden, Milben, Vertretern verschiedener Käferfamilien, Fächerflügler, mehrere Fliegenfamilien und eine Reihe von Schlupfwespen und ihren Verwandten bis hin zu den cleptoparasitischen und nah mit ihren Wirten verwandten Kuckucksbienen und -wespen (vgl. WESTRICH 1989). Ebenso groß wie die Zahl der Taxa ist die zwischen ihnen zu beobachtende Vielfalt der Beziehungen. Sie reichen von der für beide Partner nutzbringenden Symbiose über diverse Formen der Karpose, zu der u.a. die Phoresie zählt, bis hin zum Parasitismus. In den meisten Fällen sind jedoch die Kenntnisse über Art und Umfang der Beziehungen zwischen den Stechimmen und den in ihrer Begleitung gefundenen Organismen lückenhaft. Dies gilt auch für die Fächerflügler (Strepsiptera) und insbesondere für die große und taxonomisch schwierige Gruppe der Milben (Acari) (EICKWORT 1994). In der vorliegenden Arbeit wird dies zum Anlaß genommen, um über eigene Beobachtungen von Milben und Fächerflüglern an Bienen und Wespen zu berichten.

2. Material und Methode

Der größte Teil der vorliegenden Daten wurde im Rahmen eines Untersuchungsprogrammes zur Erkundung der Arthropodenfauna von Kalkmagerrasen des Diemeltales im östlichen Westfalen und Nordhessen gewonnen. Es handelt sich dabei um die Naturschutzgebiete (NSG) 'Hasental-Kregenberg' (Kregenberg) und 'Wulsenberg' bei Marsberg, das NSG 'Halbtrockenrasen am Dahlberg' (Dahlberg) bei Westheim und das NSG 'Der Bunte Berg bei Eberschütz' (Bunte Berg) westlich von Trendelburg (vgl.

KUHLMANN & LANDWEHR 1995, KUHLMANN in Vorb.). Die Fluginsekten wurden dort mit Hilfe einer modifizierten Malaisefalle nach TOWNES (1972) mit einer maximalen Höhe von 1,4 m und einer Länge von 2 m (beiderseits 1,5 m² Öffnungsweite) erfaßt. Die Maschenweite des verwendeten Tülls betrug ca. 1 mm. Als Fang- und Konservierungsflüssigkeit wurde Brennspiritus eingesetzt. Aufgestellt wurden die Fallen im oberen Hangbereich am Südrand von Gebüschen.

Die übrigen Tiere wurden als Zufallsfunde mit dem Streifnetz im Zuge anderer Untersuchungen bzw. bei Exkursionen gefangen. Die Milben befinden sich in den Sammlungen der angegebenen Kollegen, die Fächerflügler mehrheitlich in der Sammlung von Hans Pohl, Darmstadt.

Die Nomenklatur der Grabwespen (Sphecidae) folgt DOLLFUSS (1991), die der Wildbienen SCHWARZ et al. (1996). Die Namensgebung der Milben und Fächerflügler orientiert sich an den Angaben der jeweiligen Spezialisten.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Milben (Acari)

Phoresieverhalten ist unter den Milben weit verbreitet. Man versteht darunter eine zeitweilige Anheftung meist bestimmter Entwicklungsstadien, der Wander-(Deuto-) nymphen, an einen Tragwirt zum Zwecke des Transportes zu neuen Lebensräumen, in denen eine Weiterentwicklung stattfinden kann. Die Wahl des Transportwirtes kann zufällig erfolgen, ist in einigen Fällen aber eng mit dessen Lebenszyklus verknüpft und reicht z.T. weit über den reinen Transport hinaus. Unter den mit Bienen assoziierten Milben existieren viele spezialisierte Arten, die ihre Entwicklung nur in den Nestern ihrer Wirte vollenden können (O'CONNOR 1982, 1988). Bei anderen handelt es sich um „Vorratsschädlinge", die neben anderen organischen Materialien auch den Larvenproviant in Stechimmennestern zu nutzen vermögen, oder um verbreitete und unspezifische Parasiten (EICKWORT 1994).

Astigmata

Acaridae

Forcellinia sp.

Mehrere Dutzend Deutonymphen an einem ♀ von *Crossocerus podagricus* (VANDER LINDEN) (Hym.: Sphecidae) (D-Münster, Naturwaldzelle 24 'Teppesviertel', 13.7.1996, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Wurst, Hohenheim).

Die Deutonymphen saßen dachziegelartig dicht gedrängt auf der Ober- und Unterseite des Abdomens von *Crossocerus podagricus* und bedeckten die Tergite und Sternite weitgehend. Einzelne Milben befanden sich seitlich am Thorax. Der Nachweis einer *Forcellinia*-Art an einer Grabwespe ist interessant, da Vertreter dieser Gattung bislang ausschließlich in Ameisennestern gefunden worden sind, wo sie sich von toten Ameisen ernähren (TÜRK & TÜRK 1959).

Histiogaster sp.

Anzahl Deutonymphen an 2♂♂ von *Trypoxylon minus* BEAUMONT (Hym.: Sphecidae) (D-Arnsberg, Arnsberger Wald, Naturwaldzelle 18 'Hellerberg', 18.6.1996, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Wurst, Hohenheim).

Die Deutonymphen von *Histiogaster* sp. befanden sich gemeinsam mit denen von *Uroobovella flagelliger* (s.u.) am Abdomen der beiden Grabwespen-♂♂. *Histiogaster*-Arten werden im Mulm verschiedener Baumarten und gelegentlich phoretisch an Holzkäfern gefunden (TÜRK & TÜRK 1959). Eine Bindung an bestimmte Insektenarten scheint nicht zu bestehen. Wie bei *U. flagelliger* sind die Deutonymphen wohl eher zufällig auf die Männchen der in Totholz nistenden Grabwespe *Trypoxylon minus* geraten.

Lackerbaueria sp.

Sieben Deutonymphen an einem ♀ von *Psenulus pallipes* (PANZER) (Hym.: Sphecidae) (D-Trendelburg, NSG 'Bunte Berg', Malaisefalle 17.6. - 2.7.1995, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Wurst, Hohenheim).

Fünf Deutonymphen dieser nicht näher bestimmbaren Art hatten sich in dem konkaven Medianbereich des 2. und 3. Sternites festgesetzt. Je eine Milbe befand sich in einer beiderseits des Scutellums nahe der Flügelbasis ausgebildeten Vertiefung. Die Milben schienen genau in diese Höhlung hinein zu passen. Von zwei amerikanischen *Lackerbaueria*-Arten ist bekannt, daß sie ausschließlich bei in Holz nistenden Grabwespen der Gattungen *Diodontus*, *Stigmus* und *Passaloecus* leben. Die Deutonymphen saßen bei ihnen, entgegen meiner Beobachtung, zufallsverteilt auf ihren Transportwirten (KROMBEIN 1962). Es ist zu vermuten, daß die vorliegende Art ebenfalls mit Grabwespen vergesellschaftet ist.

Suidasiidae

Tortonia sp.

Mehrere Dutzend Deutonymphen an einem ♀ von *Megachile alpicola* ALFKEN (Hym.: Apidae) (D-Marsberg, NSG 'Wulsenberg', Malaisefalle 22.5. - 30.5.1993, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Wurst, Hohenheim).

Die Tiere befanden sich in der Behaarung des Propodeums gemeinsam mit einigen Deutonymphen von *Chaetodactylus* sp. (s.u.). Einige Arten der Gattung *Tortonia* sind offenbar obligat mit Bauchsammlerbienen (Megachilinae) vergesellschaftet (vgl. ZAKHVATKIN 1941), andere leben bei Holzbienen (*Xylocopa*) (EICKWORT 1994) oder Wespen (KROMBEIN 1962). Lebensweise und Spezifität der einzelnen Arten variieren in Abhängigkeit vom Wirt, jedoch scheinen sich die meisten Arten saprophytisch oder als Cleptoparasiten vom Larvenproviant ihrer Wirte zu ernähren. Gelegentlich wird aber auch die Wirtsbrut getötet (EICKWORT 1994, O'CONNOR 1988).

Winterschmidtiidae

Calvolia hagensis OUDEMANS 1911

Zwei Deutonymphen an einem ♀ von *Hylaeus nivalis* (MORAWITZ) (Hym.: Apidae) (CH-Zermatt, Gornergrad, 2900 - 3100 m, 19.7.1995, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Wurst, Hohenheim).

Die zwei Deutonymphen von *C. hagensis* saßen nebeneinander an der Rückwand des Propodeums. Über die Biologie dieser zwischen verrottendem Laub gefundenen Art ist nichts bekannt. Andere Vertreter der Gattung *Calvolia* sind in Zusammenhang mit sich zersetzenden organischen Substanzen, an Bäumen oder als Deutonymphen auf verschiedensten Insekten angetroffen worden (HUGHES 1962). Vermutlich ist *Hylaeus nivalis* nur zufällig von *C. hagensis* als Transportwirt benutzt worden und es bestehen, wie bei anderen *Calvolia*-Arten (vgl. TÜRK & TÜRK 1959), keine engeren Beziehungen zu Bienen oder anderen Insekten.

Chaetodactylidae

Chaetodactylus osmiae (DUFOUR 1839)

Jeweils einige wenige bis mehrere Dutzend Deutonymphen an 2 ♂♂ und 2 ♀♀ von *Osmia aurulenta* (PANZER) (Hym.: Apidae) (D-Westheim, NSG 'Dahlberg', Malaisefalle 17.4. - 1.5.1993, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Wurst, Hohenheim).

Alle Deutonymphen befanden sich in der Behaarung des Propodeums, teilweise auch des Thorax dieser ausschließlich in Schneckenhäusern nistenden Mauerbienenart. FAIN et al. (1992) fanden die häufige und in Europa verbreitete Milbe ebenfalls an *Osmia aurulenta.* Sie befällt verschiedene *Osmia*-Arten, darunter *O. rufa*, und *Chelostoma florisomne* (FAIN 1966, LITH 1957). Viele Arten der Gattung *Chaetodactylus* sind wirtsspezifisch und leben als Cleptoparasiten nachdem sie Eier und Larven der Wirtsbiene getötet haben (EICKWORT 1994, LITH 1957, O'CONNOR 1988). Nach dem Verzehr der Nahrungsvorräte werden zwei Typen von Deutonymphen produziert: eine inerte, in der Kutikula der Protonymphe verbleibende Form und die aktive, phoretische Deutonymphe. Letztere heftet sich an Bienen, die aus anderen Zellen schlüpfen und die befallene Zelle passieren, während erstere in den Zellen verbleiben, um die Zellen erneut dort nistender Bienen zu befallen (EICKWORT 1994, FAIN 1966). Den Entwicklungszyklus von *C. osmiae* beschreibt CHMIELEWSKI (1993).

Chaetodactylus sp.

Wenige Deutonymphen an einem ♀ von *Megachile alpicola* ALFKEN (Hym.: Apidae) (D-Marsberg, NSG 'Wulsenberg', Malaisefalle 22.5. - 30.5.1993, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Wurst, Hohenheim). Jeweils einige wenige bis mehrere Dutzend Deutonymphen an 8♂♂ und 3♀♀ von *Osmia aurulenta* (PANZER) (Hym.: Apidae) (D-Marsberg, NSG 'Kregenberg', Malaisefalle 17.4.-1.5.1993, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Wurst, Hohenheim).

Alle Deutonymphen befanden sich bei Osmia aurulenta ausschließlich in der Behaarung des Propodeums und teilweise des Thorax. An der Blattschneiderbiene *Megachile alpicola* wurden in der Behaarung des Propodeums neben wenigen Exemplaren von *Chaetodactylus* sp.

Prostigmata

Scutacaridae

Imparipes (*Imparipes*) *apicola* (BANKS 1914)

Insgesamt 13♀♀ der Milbe an einem ♀ von *Sphecodes monilicornis* (KIRBY) (Hym.: Apidae) (D-Westheim, NSG 'Dahlberg', Malaisefalle 17.4.-1.5.1993, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Ebermann, Graz). Je 2♀♀ an 2♂♂ von *Lasioglossum villosulum* (KIRBY) (Hym.: Apidae) (D-Blankenrode, auf Schwermetallrasen in/um das NSG 'Bleikuhlen', 11.8.1996, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Ebermann, Graz) und jeweils 1♀ auf 2♂♂ von *Lasioglossum leucopus* (KIRBY) (Hym.: Apidae) (D-Blankenrode, auf Schwermetallrasen in/um das NSG 'Bleikuhlen', 20.8.1996, leg. M. Kuhlmann, Coll. E. Ebermann, Graz).

Die Milben wurden in überwiegend seitlich am Propodeum und in jeweils einem Fall auf dem Mesonotum (*L. leucopus*) bzw. im Bereich der Hintercoxen (*S. monilicornis*) gefunden. Arten der Gattung *Imparipes* leben überwiegend bei Halictiden, treten aber auch bei Andrenen und Apiden auf (EICKWORT 1979, 1994). Die Anheftung der adulten Milben-Weibchen erfolgt, übereinstimmend mit meinen Beobachtungen, bevorzugt im unteren Teil des Thorax und im vorderen Bereich des Abdomens (EICKWORT 1979). *Imparipes apicola* ist ein fungivorer Kommensale, der seinen kompletten Entwicklungszyklus in Zellen mit infizierten oder gesunden Bienenlarven durchläuft. Für die Entwicklung der Milbe scheint eine *Ascophaera*-Art eine Schlüsselrolle zu spielen. Dieser Pilz wird von der sich entwickelnden Bienenlarve mit der Nahrung aufgenommen und fruchtet in ihrem Darm, ohne die Larve zu schädigen, und wird dann ausgeschiedenen. Das Auftreten des Pilzes im Kot scheint die Oogenese bei *I. apicola* auszulösen. Darüber hinaus bildet *Ascophaera* die Hauptnahrungsquelle für die Milbe. Nach der Überwinterung in der Nestzelle heften sich die Weibchen im folgenden Jahr an die schlüpfenden Bienen (CROSS & BOHART 1992).

Mesostigmata

Urodinychidae

Uroobovella flagelliger (BERLESE 1910)

Je 2 Deutonymphen an 2♂♂ von *Trypoxylon minus* BEAUMONT (Hym.: Sphecidae) (D-Arnsberg, Arnsberger Wald, Naturwaldzelle 18 'Hellerberg', 18.6.1996, leg. M. Kuhlmann, Coll. H. Schwarz, Zürich).

Die Deutonymphen der Uropodina, zu denen *U. flagelliger* gehört, benutzen zur Anheftung an ihre Tragwirte sogenannte Haftstiele. Dabei bevorzugen sie bestimmte Körperregionen ihrer Tragwirte, wo sie mitunter in Bündeln anzutreffen sind. Dieser etwa körperlange Haftstiel wird durch Ausscheiden eines Drüsensekretes gebildet, an dessen Ende sich die Milbe nach der Aushärtung aufrichtet. Erreicht der Tragwirt ein der Milbe zusagendes Habitat mit verrottenden Substanzen, in dem Nematoden, die Hauptnahrung der Uropodina, in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, weicht der Haftstiel wieder auf und die Milbe löst sich ab (FAASCH 1967, KARG 1989). Das phoretische Stadium von *U. flagelliger* schädigt oder beeinflußt seinen Tragwirt in keiner Weise (vgl. HAESELER 1982), sofern es nicht zur „Überladung" des Tragwirtes durch zuviele Deutonymphen und damit zur Einschränkung von dessen Flugfähigkeit kommt.

U. flagelliger ist in ganz Europa verbreitet und regelmäßig in morschen und vermodernden Baumstümpfen sowie unter Baumrinde anzutreffen (KARG 1989). Je zwei Deutonymphen wurden gemeinsam mit mehreren Exemplaren von *Histiogaster* sp. (s.o.) an jeder Wespe gefunden. Sie hatten sich, offenbar zufällig, an die Unterseite des Abdomens bzw. an der Unterseite des Abdomens und des Thorax geheftet, da sich Vertreter dieser Familie nicht in Aculeaten-Nestern entwickeln (vgl. HAESELER 1982). Am Fundort der Milbe wurde der Tragwirt *Trypoxylon minus* in Totholz nistend angetroffen. Offenbar haben sich die Deutonymphen von *U. flagelliger* direkt nach dem Schlupf an die Männchen der Grabwespen geheftet, da letztere später kaum noch mit diesem Substrat in Berührung kommen.

3.2 Fächerflügler (Strepsiptera)

Fächerflügler bilden eine eigene, den Käfern nahestehende Insektenordnung. Einen Teil ihrer Entwicklung durchlaufen sie als Endoparasiten in anderen Insekten, wobei die Weibchen der bei Hautflüglern parasitierenden Arten zeitlebens im Abdomen ihrer Wirte verbleiben. Die Weibchen gebären Primärlarven, die durch Intersegmentalhäute in das Wirtsinnere eindringen und dort im Wirt umherwandern, bevor sie sich nach einigen Häutungen im Abdomen festsetzen und nach außen durchbrechen. Die geschlüpften, freifliegenden und nur wenige Stunden lebenden Männchen verpaaren sich rasch mit dem Weibchen, von dem sie durch Duftstoffe angelockt werden. Vermutlich kommt auch Parthenogenese vor (KINZELBACH 1978). Stylopisierte Bienen zeigen auffällige Verhaltensänderungen, wie ein verändertes Flug- und Pollensammelverhalten, die, wie morphologische Abweichungen, möglicherweise auf eine hormonelle Beeinflussung des Wirtes durch den Parasiten zurück zu führen sind (vgl. BRANDENBURG 1953, 1956, ULRICH 1956). Bedingt durch die Merkmalsarmut der Weibchen und der daraus resultierenden taxonomischen Probleme lassen sich zur Wirtsspezifität vieler Arten noch keine gesicherten Aussagen treffen. Jedoch scheinen die meisten Strepsipteren nur ein beschränktes Wirtsspektrum zu besitzen (BORCHERT 1963, KINZELBACH 1978).

Stylopidae

Eurystylops oenipontana (HOFENEDER 1949)

Ein ♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♂ von *Dufourea dentiventris* (NYLANDER) (Hym.: Apidae) (CH-Zermatt, 1600 - 1700 m, 18.7.1995, leg. M. Kuhlmann).

Diese Art ist nach KINZELBACH (1978) erst von sieben Fundorten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz bekannt geworden. Bekannte Wirte sind *Dufourea dentiventris* und *D. inermis* (POHL & MELBER 1996).

Halictoxenos tumulorum PERKINS 1918

Insgesamt wurden 70, ausschließlich mit Weibchen von *Halictoxenos tumulorum* stylopisierte Exemplare der Furchenbiene *Halictus tumulorum* nachgewiesen. Von diesen waren 53 Bienen mit einem, 14 Individuen mit zwei und 3 Tiere mit drei Fächerflüglern befallen. Mehrfachbefall mit bis zu fünf Parasiten pro Wirt (KINZELBACH 1978) scheint demnach eher selten zu sein. Die Austrittsstellen befanden sich ausnahmslos dorsal zwischen

den Abdominalsegmenten, wobei der Bereich zwischen dem 4. und 5. Tergit bevorzugt wurde. Nur bei zweien der drei dreifach stylopisierten Bienen trat jeweils ein Weibchen zwischen dem 3. und 4. Tergit aus. GAUSS (1959) stellte bei stylopisierten Exemplaren der Faltenwespe *Polistes gallicus* dagegen eine deutliche Bevorzugung des 5./6. Tergites fest und fand auch vereinzelte Fächerflügler zwischen den Sterniten.

Mit Hilfe einer Malaisefalle wurden 1993 im NSG 'Kregenberg' insgesamt 579♀♀ und 172♂♂ und im NSG 'Wulsenberg' 98♀♀ und 42♂♂ von *Halictus tumulorum* erfaßt. Das entspricht einer Parasitierungsrate von 8,29 % bei den ♀♀ und 9,30 % bei den ♂♂ (gesamt 8,64 %) im NSG 'Kregenberg' bzw. von 1,02 % bei den ♀♀ und 9,52 % bei den ♂♂ (gesamt 3,57 %) im NSG 'Wulsenberg'. Mit einem nachgewiesenen, parasitierten ♀ von *Halictus tumulorum* bei insgesamt 925 Individuen (453 ♀♀und 472♂♂) der Art wird im NSG 'Bunte Berg' eine Befallsrate von 0,1 % erreicht. In einem weiteren Untersuchungsgebiet (NSG 'Dahlberg') konnten keine stylopisierten Furchenbienen nachgewiesen werden (vgl. Tab. 1). PLATEAUX-QUÉNU & PLATEAUX (1994) beobachteten unter den Sommer-Weibchen von *Halictus tumulorum* einen Befallsgrad von 9 %. Stylopisierte Exemplare der Sandbiene *Andrena vaga* zeigen gegenüber gesunden Artgenossen u.a. eine stark verminderte Flugaktivität (vgl. KINZELBACH 1978). Eine vergleichbare Beeinflussung von *Halictus tumulorum* durch seinen Parasiten ist prinzipiell möglich. Die hier ermittelten Befallsraten beruhen allein auf Malaisefallen-Daten und müssen vorsichtig interpretiert werden, da mit dieser Methode nur flugaktive Tiere erfaßt werden. Der reale Befallsgrad könnte daher aufgrund einer geringeren Fangwahrscheinlichkeit stylopisierter Bienen möglicherweise noch erheblich über dem errechneten Wert liegen.

Tab. 1: Funde stylopisierter ♂ und ♀ von *Halictus tumulorum* mit Angabe der Zahl von *Halictoxenos tumulorum*-♀, bei denen Primärlarven (L1) vorhanden waren (* nicht seziert).

Fangintervall	NSG Kregenberg		NSG Wulsenberg		NSG Bunte Berg	
	♂/♀	L1	♂/♀	L1	♂/♀	L1
17.04. - 01.05.1993	-/17					
01.05. - 09.05.1993	-/1					
09.05. - 16.05.1993	-/8	5	-/1	1		
16.05. - 22.05.1993	-/7	5				
22.05. - 30.05.1993	-/3	2				
20.06. - 03.07.1993			1/-			
03.07. - 11.07.1993	-/1	1				
11.07. - 25.07.1993	2/3	1				
25.07. - 08.08.1993	6/5					
08.08. - 15.08.1993	2/1		1/-			
15.08. - 04.09.1993	5/1		1/-			
04.09. - 18.09.1993	1/1		1/-			
17.06. - 02.07.1995					-/1	*
Σ	16/58	14	4/1	1	-/1	*

Insgesamt sind mehr stylopisierte Bienenweibchen als Männchen gefunden worden (vgl. Tab. 1). Jedoch muß dabei berücksichtigt werden, daß nur die weiblichen Bienen überwintern und im Frühjahr fliegen, was ihre Fangwahrscheinlichkeit über das Jahr erhöht. Im Sommer, wenn beide Geschlechter auftreten, ist das Verhältnis etwas zugunsten der Männchen verschoben (befallen: 19♂♂ und 13♀♀).

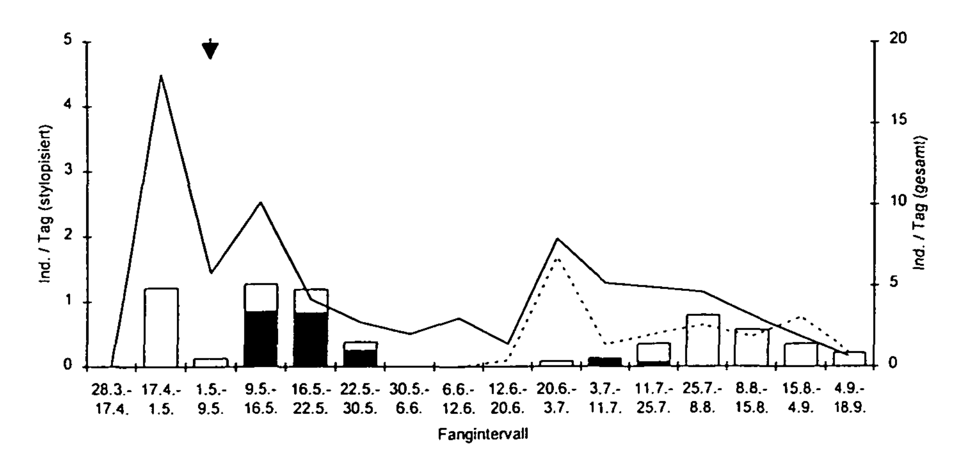


Abb. 1: Phänologie der Furchenbiene *Halictus tumulorum* 1993 im Raum Marsberg nach Funden in Malaisefallen (----- ♂♂, —— ♀♀) und Auftreten mit *Halictoxenos tumulorum* stylopisierter Individuen (■ Primärlarven [L1] vorhanden, □ keine L1 vorhanden). Pfeil: Kälteeinbruch.

Halictoxenos tumulorum ist, wie KINZELBACH (1978) bereits vermutete, möglicherweise bivoltin und mit seinem Wirt zeitlich synchronisiert. Die Art wurde angetroffen von Mitte April bis Ende Mai und von Ende Juni bis September (Abb. 1). Im Gegensatz zu stylopisierten Individuen von *Andrena vaga*, die viel früher im Jahr erscheinen als ihre nicht befallenen Artgenossen (ULRICH 1956), konnten bei stylopisierten Exemplaren von *Halictus tumulorum* keine phänologischen Verschiebungen beobachtet werden. Primärlarven (L1), die das freibewegliche Infektionsstadium darstellen, wurden nur im Mai und Juli festgestellt (Tab. 1). KINZELBACH (1978) hat Primärlarven von Juni bis August angetroffen, die aber von verschiedenen Wirten und aus unterschiedlichen Jahren und Regionen stammen dürften und daher nur bedingt Aussagen zur Jahresphänologie zulassen.

Eine biologische Interpretation der Jahresphänologie von *Halictoxenos* ist aufgrund des komplexen Lebenszyklus der primitiv eusozialen *Halictus tumulorum* schwierig. Es ist jedoch interessant, daß der Anteil Fächerflügler mit L1 unter den überwinterten Bienenweibchen im Frühjahr erheblich höher ist als im Sommer (Tab. 1). Darüber hinaus häufen sich die L1-Funde im Frühjahr zum Ende der Flugzeit, während im Sommer L1 nur bei zwei Tieren festgestellt wurden (Abb. 1). Diese Befunde lassen, zusammen mit der Beobachtung, daß Männchen von *Halictoxenos* offenbar nur im Herbst auftreten (KINZELBACH 1978), folgende Interpretation zu: Im Frühjahr schlüpfen aus den stylopisierten Bienenweibchen L1 (ob alle?), welche die nun schlüpfenden, nicht-fertilen Sommer-Weibchen von *Halictus tumulorum* oder aber die langlebigen Nestgründerinnen (PLATEAUX-QUÉNU & PLATEAUX 1994) infizieren können. Die sich nun entwickelnden Fächerflügler werden

im Herbst von den Männchen begattet und überwintern, um im folgenden Frühjahr den Zyklus von neuem zu beginnen.

Unklar sind in diesem Zusammenhang die Funde von L1 im Sommer. Diese sind möglicherweise auf überwinterte *Halictoxenos*-Weibchen zurückzuführen, die ihre L1 erst verspätet im Sommer entlassen haben. Ein solches Verhalten sichert das Überleben der Population, wenn z.B. aufgrund ungünstiger Witterung die im Frühjahr geschlüpften L1 zugrunde gehen ('spreading of risk', vgl. SCHWERDTFEGER 1979). Daß es sich um eine partielle zweite Generation handelt, ist unwahrscheinlich, da im Frühsommer bislang noch nie *Halictoxenos*-Männchen gefunden wurden (s.o.). Eine sexuelle Reproduktion ist daher nicht möglich, jedoch ist Parthenogenese nicht völlig auszuschließen (vgl. KINZELBACH 1978).

Sofern Strepsipteren nicht auch in einem abgestorbenen Wirtsorganismus zu überwintern vermögen, geben nur überwinternde Bienenweibchen die Gewähr für eine erfolgreiche Reproduktion im Folgejahr. Daher stellt sich für *Halictoxenos* das Problem der richtigen Wirtswahl. Da Männchen und Weibchen von *Halictus tumulorum* gleichermaßen von *Halictoxenos* befallen werden (s.o.), vermag der Fächerflügler offenbar nicht zwischen geeigneten und ungeeigneten Wirten zu diskriminieren (vgl. GAUSS 1959). Diese großen Verluste werden von Strepsipteren allgemein jedoch durch sehr hohe Reproduktionsraten ausgeglichen (vgl. KINZELBACH 1978).

Als Wirte von *Halictoxenos tumulorum* ist ein breites Spektrum verschiedener Arten aus den Gattungen *Halictus* und *Lasioglossum*, darunter auch *Halictus tumulorum*, bekannt geworden (KINZELBACH 1978, POHL & MELBER 1996).

Stylops melittae KIRBY 1802

Der Status der zahlreichen beschriebenen Arten ist unklar und bedarf dringend einer Revision. KINZELBACH (1978) schlägt daher vor, alle Taxa unter *S. melittae* zusammen zu fassen. Die im folgenden aufgeführten Nachweise von *S. melittae* sind nach Wirtsbienen gegliedert.

Andrena anthrisci BLÜTHGEN

Ein ♀ mit L1-Larven dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♀ von *A. anthrisci* (D-Marsberg, NSG 'Kregenberg', Malaisefalle 22.5. - 30.5.1993, leg. M. Kuhlmann).

Diese Sandbienenart war bislang als Wirt für *S. melittae* noch nicht bekannt (vgl. KINZELBACH 1978).

Andrena carantonica PÉREZ

Zwei ♀♀ dorsal zwischen dem 3. und 4. bzw. 4. und 5. Tergit an einem ♀ von *A. carantonica* (D-Münster, Zentralfriedhof, April 1995, leg. K. Tumbrinck). Zwei ♀♀ und ein ♂ (leeres Puparium) dorsal zwischen dem 3. und 4. (♂) bzw. 4. und 5. Tergit (2♀♀) an einem & von *A. carantonica* (D-Münster, Zentralfriedhof, März 1995, leg. K. Tumbrinck). Drei ♂♂ dorsal zwischen dem 3. und 4. (2♂♂ in Puparien) bzw. 4. und 5. Tergit (1♂, leeres Puparium) an einem ♀ von *A. carantonica* (D-Marsberg, NSG 'Wulsenberg', Malaisefalle 17.4. - 1.5.1993, leg. M. Kuhlmann). Je ein ♀ mit L1-Larven dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♀ und einem ♂ von *A. carantonica* (D-Marsberg, NSG 'Dahlberg', Malaisefalle 9.5. - 16.5.1993, leg. M. Kuhlmann). Ein ♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♀ von *A. carantonica* (D-Trendelburg, NSG 'Bunte Berg', Malaisefalle 9.6. - 16.6.1996, leg. M. Kuhlmann).

Andrena falsifica PERKINS

Je ein ♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an zwei ♀♀ von *A. falsifica* (D-Marsberg, NSG 'Dahlberg', Malaisefalle 17.4. - 1.5.1993, leg. M. Kuhlmann).

Andrena fulva (MÜLLER)

Ein ♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♀ von *A. fulva* (D-Marsberg, NSG 'Dahlberg', Malaisefalle 28.3. - 17.4.1993, leg. M. Kuhlmann). Je ein ♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an fünf ♀♀ von *A. fulva* (D-Marsberg, NSG 'Dahlberg', Malaisefalle 17.4. - 1.5.1993, leg. M. Kuhlmann). Ein ♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♀ von *A. fulva* (D-Trendelburg, NSG 'Bunte Berg', Malaisefalle 14.4. - 28.4.1996, leg. M. Kuhlmann).

Andrena helvola (LINNAEUS)

Je ein ♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an drei ♀♀ von *A. helvola*, ein ♂ (leeres Puparium) und ein ♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit eines Bienenweibchens und ein ♂ (leeres Puparium) dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♂ von *A. helvola* (D- Marsberg, NSG 'Dahlberg', Malaisefalle 28.3. - 17.4.1993, leg. M. Kuhlmann). Ein ♀ mit L1-Larven dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♀ von *A. helvola* (D- Marsberg, NSG 'Dahlberg', Malaisefalle 1.5. - 9.5.1993, leg. M. Kuhlmann).

Andrena minutula (KIRBY)

Zwei ♀♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♀ von *A. minutula* (D- Marsberg, NSG 'Kregenberg', Malaisefalle 22.5. - 30.5.1993, leg. M. Kuhlmann). Ein ♀ bzw. ein ♂ (Puparium) dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an je einem ♀ von *A. minutula* (A-Mittelberg, Zaferna Alpe, 1500 m, 7.6.1995, leg. K. Tumbrinck).

Andrena nitida (MÜLLER)

Ein ♀ dorsal zwischen dem 4. und 5. Tergit an einem ♀ von *A. nitida* (D-Münster, Kanal ♀ Hiltrup, April 1995, leg. K. Tumbrinck).

Mit *S. melittae* befallene Bienen wurden nur von Anfang April bis Anfang Juni nachgewiesen werden, obwohl mit *A. minutula* ein bivoltiner Wirt zur Verfügung stand und *S. melittae* in zwei Generationen pro Jahr auftreten kann (GAUSS 1959). Wirtsweibchen werden, wie GAUSS (1959) bereits für *Xenos vesparum* feststellte, offenbar als Wirte bevorzugt. Unter 25 befallenen Exemplaren befanden sich nur zwei Männchen. Die Austrittsstellen lagen dorsal überwiegend zwischen dem 4. und 5. Tergit. Nur bei mehrfach stylopisierten Exemplaren von *A. carantonica* befanden sich Puparien auch zwischen dem 3. und 4. Tergit. Wie bei *Halictoxenos tumulorum* (s.o.) scheint es eine ausgesprochene Präferenz für diese Position zu geben. Für die Entwicklung der Strepsipteren im Wirtsorganismus muß ein Mindestmaß an Raum verfügbar sein, um starke Deformationen zu vermeiden (vgl. KINZELBACH 1978). Hier ist denkbar, daß ein Durchbruch zwischen dem 4. und 5. Tergit optimale Entwicklungsmöglichkeiten für den Parasiten bietet.

4. Dank

Ohne die Unterstützung von Fachkollegen, die bereitwillig die Determination der Milben und Fächerflügler übernommen haben und Literatur zur Verfügung stellten, wäre die vorliegende Arbeit nicht möglich gewesen. Herzlich bedanken möchte ich mich dafür an dieser Stelle bei Prof. Dr. Ernst Ebermann, Karl-Franzens-Universität Graz, Dipl.-Biol. Hans Pohl, Institut für Zoologie

der TH Darmstadt, Dr. Horst Schwarz, Experimentelle Ökologie der ETH Zürich und Dipl.-Biol. Eberhard Wurst, Fachgebiet Parasitologie der Universität Hohenheim.

Finanziell unterstützt wurden die Untersuchungen auf den Kalkmagerrasen des Diemeltales durch das Planungsbüro für Landschafts- und Tierökologie, Wolf Lederer in Geseke und durch die Westheimer Brauerei in Westheim (Herr von Twickel).

5. Zusammenfassung

Im Rahmen eigener Untersuchungen wurden Nachweise von 9 Arten phoretischer Milben (Acari) und 3 Fächerflüglerarten (Strepsiptera) am Körper von Wildbienen und Wespen (Hymenoptera Aculeata) erbracht und mit Angaben zu ihrer Biologie versehen.

6. Literatur

BORCHERT H.-M. (1963): Vergleichend morphologische Untersuchungen an Berliner *Stylops*-L1 (Strepsipt.) zwecks Entscheidung der beiden Spezifitätsfragen: 1. gibt es an unseren Frühjahrs-Andrenen (Hymenopt., Apidae) mehrere *Stylops*-Arten und 2. gibt es Wirtsspezifitäten? — Zool. Beitr. N.F. **8**: 331-445.

BRANDENBURG J. (1953): Der Parasitismus der Gattung *Stylops* an der Sandbiene *Andrena vaga* PZ. — Z. f. Parasitenkunde **15**: 457-475.

BRANDENBURG J. (1956): Das endokrine System des Kopfes von *Andrena vaga* PZ. (Ins. Hymenopt.) und Wirkung der Stylopisation (*Stylops*, Ins. Strepsipt.). — Z. Morph. u. Ökol. Tiere **45**: 343-364.

CHMIELEWSKI W. (1993): Biology of *Chaetodactylus osmiae* (DUF., 1866) (Acarida, Chaetodactylidae) - polleneater phoretic on solitary bees (Apoidea) (in Polnisch). — Pszcelnicze Zeszyty Naukowe **37**: 133-143.

CROSS E.A. & G.E. BOHART (1992): The biology of *Imparipes apicola* (Acari: Scutacaridae) and ist relationships to the alkali bee, *Nomia melanderi* (Hymenoptera: Halictidae), and to certain fungi in the bee cell ecosystem. — J. Kans. Ent. Soc. **65**: 157-173.

DOLLFUSS H. (1991): Bestimmungsschlüssel der Grabwespen Nord- und Zentraleuropas (Hymenoptera, Sphecidae). — Stapfia **24**: 1-247.

EICKWORT G.C. (1979): Mites associated with sweat bees (Halictidae). — In: RODRIGUEZ, J.G. (ed.): Recent advances in acarology, Vol. 1, Academic Press, New York: 575-581.

EICKWORT G.C. (1994): Evolution and life-history patterns of mites associated with bees. — In: HOUCK, M.A.: Mites, ecological and evolutionary analyses of life-history patterns. Chapman & Hall, New York: 218-251.

FAASCH H. (1967): Beitrag zur Biologie der einheimischen Uropodiden *Uroobovella marginata* (C.L. KOCH 1839) und *Uropoda orbicularis* (O.F. MÜLLER 1776) und experimentelle Analyse ihres Phoresieverhaltens. — Zool. Jb. Syst. **94**: 521-608.

FAIN A. (1966): Notes sur la biologie des Acariens du genre *Chaetodactylus* et en particulier de *C. osmiae*, parasite des abeilles solitaires *Osmia rufa* et *O. cornuta* en Belgique. — Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg. **102**: 249-261.

FAIN A.; BAUGNÉE J.-Y. & F. HIDVEGI (1992): Acariens phorétiques ou parasites récoltés sur des Hyménoptères et un Homoptère dans la région de Treignes, en Belgique. — Bull. Annls. Soc. r. belge Ent. **128**: 335-338.

GAUSS R. (1959): Zum Parasitismus der Fächerflügler (Strepsiptera). — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. **7**: 331-347.

HAESELER V. (1982): Solitäre Wespen und Bienen als Transporteure der Wandernymphen von Uropodiden. — Mikrokosmos **71**(1): 227-229.

HUGHES A.M. (1962): The genus *Calvolia* OUDEMANS, 1911 (Acari: Sarcoptiformes). — Acarologia **4**: 48-63.

KARG W. (1989): Uropodina KRAMER, Schildkrötenmilben. — Die Tierwelt Deutschlands, 67. Teil, Fischer Verlag, Jena, 203 S.

KINZELBACH R.K. (1978): Fächerflügler (Strepsiptera). — Die Tierwelt Deutschlands, 65. Teil, Fischer Verlag, Jena, 166 S.

KROMBEIN K.V. (1962): Biological notes on acarid mites associated with solitary wood-nesting wasps and bees. — Proc. Ent. Soc. Wash. **64**: 11-19.

KUHLMANN M. & M. LANDWEHR (1995): Zum Vorkommen von *Brachygaster minuta* (OLIVIER, 1791) (Hymenoptera, Evaniidae) auf einigen Kalkmagerrasen im Raum Marsberg. — Mitt. Arb. Gem. ostwestf.-lipp. Ent. **11**: 77-85.

LITH J.P. VAN (1957): On the behaviour of *Chaetodactylus* mites (Acar., Tyr.) in the nests of *Osmia rufa* L. and *Chelostoma florisomne* (L.) (Apidae, Megachilidae). — Ent. Berichten **17**: 197-198.

O'CONNOR B.M. (1982): Evolutionary ecology of astigmatid mites. — Ann. Rev. Ent. **27**: 385-409.

O'CONNOR B.M. (1988): Coevolution in astigmatid mite-bee associations. — In: NEEDHAM, G.R.; R.E. PAGE; M. DELFINADO-BAKER & C.E. BOWMAN (eds.): Africanized honey bees and bee mites. Horwood, Chichester: 339-346.

PLATEAUX-QUÉNU C. & L. PLATEAUX (1994): Polyphenism of *Halictus* (*Seladonia*) *tumulorum* (L.) (Hymenoptera, Halictinae). — Ins. Soc. **41**: 219-222.

POHL H. & A. MELBER (1996): Verzeichnis der mitteleuropäischen Fächerflügler und die Beschreibung einer neuen Art der Gattung *Malayaxenos* KIFUNE 1981 (Insecta: Strepsiptera). — Senckenbergiana biologica **75**: 171-180.

SCHWARZ M., GUSENLEITNER F., WESTRICH P. & H.H. DATHE (1996): Katalog der Bienen Österreichs, Deutschlands und der Schweiz (Hymenoptera, Apidae). — Entomofauna, Supplement **8**: 1-398.

SCHWERDTFEGER F. (1979): Ökologie der Tiere - Demökologie. — Parey, Hamburg, 2. Aufl., 450 S.

TOWNES H. (1972): A light-weight Malaise-trap. — Entomol. News **83**: 239-247.

TÜRK E. & F. TÜRK (1959): Systematik und Ökologie der Tyroglyphiden Mitteleuropas. — Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 231 S.

ULRICH W. (1956): Unsere Strepsipteren-Arbeiten. — Zool. Beitr. N.F. **2**: 177-255.

WCISLO W.T & J.H. CANE (1996): Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. — Annu. Rev. Entomol. **41**: 257-286.

WESTRICH P. (1989): Die Wildbienen Baden-Württembergs. — Ulmer, Stuttgart, 972 S.

ZAKHVATKIN A.A. (1941): Fauna of U.S.S.R., Arachnoidea, Vol. VI, No. 1 Tyroglyphoidea (Acari). — Translated and edited by RATCLIFFE A. & A.M. HUGHES (1959), American Institute of Biological Sciences, Washington, 573 S.

Anschrift des Verfassers: Michael KUHLMANN
Am Stockpiper 1, 59229 Ahlen, Deutschland.